

ных учебников, пособий, презентаций в тесном сотрудничестве с преподавателями специальных дисциплин.

Впоследствии полученные знания по специальным дисциплинам преподаватели иностранного языка могут использовать и для другой работы. Например, выполнение технических переводов по заказам промышленных. Можно осуществить их и с привлечением студентов, чтобы они осознали важность изучения иностранного языка для будущей работы. И, конечно же, владение преподавателей иностранного языка техническими знаниями незаменимо при сопровождении иностранных делегаций на промышленные предприятия.

Несомненно, интеграция спец. дисциплин и иностранного языка полезна как для студентов, так и для преподавателей.

Сарапулов Ф.Н., Идиятулин А.А., Фаткуллин С.М., Фризен В.Э., Сарапулов С.Ф., Дмитриевский В.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ НА КАФЕДРЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ» УГТУ-УПИ, ,

sarapulovfn@yandex.ru

ГОУ ВПО УГТУ-УПИ

г. Екатеринбург

В статье рассмотрены основные программные средства, которые используются для подготовки специалистов на кафедре. Создан ряд учебно-методических комплексов по моделированию и расчету электротехнологических установок, а так же мультимедийных анимаций в их составе, позволяющих наглядно показать устройство и принцип действия этих ЭТУ. Приводятся описание 2 пакетов, которые используются для решения полевых задач, а так же результаты решения одной конкретной задачи.

In the paper have been considered basic software, which is being used for training a technician on the department. It was constructed a number of the training-methodical complex for simulation and calculation the electrotechnological units (ETU), and just as a number of multimedia applications, allowing obviously to show the structure and mode of functioning this ETU. It is equates the definition of two educational software, in which is being solved a finite element analysis problem, and just as is proposed the results of the solution the specific one.

Кафедра электротехники и электротехнологических систем УГТУ-УПИ в течение длительного времени создает и использует компьютерные методические материалы при преподавании специальных дисциплин. Это объясняется вполне понятными причинами – возможностью наглядного представления сложных конструкций электротехнологических установок и происходящих в них процессов, а также необходимостью замены в большинстве случаев дорогих физических лабораторных практикумов простыми, доступными и безопасными виртуальными. С переходом на подготовку бакалавров этот вид изучения электротехнологического оборудования может оказаться основным, поскольку

знакомство с реальным производством сведется в конце концов к эпизодическим экскурсиям на профильное предприятие [1].

В настоящее время преподаватели кафедры разработали учебно-методические комплексы (УМК) по основным дисциплинам специальности 140605 – Электротехнологические установки и системы: теория электромагнитного поля (в приложениях), основы электронагрева, электротехнологические установки и системы, моделирование электротехнологических установок (ЭТУ), специальные ЭТУ, методы расчета электромагнитных и тепловых полей [1].

Большая часть расчетных блоков УМК ориентирована на пакет Mathcad-2001. Программный комплекс включает в себя отработанные на практике формулы для расчета всех изучаемых на кафедре ЭТУ [2]. Так же создан ряд мультимедийных анимаций, демонстрирующих работу конкретных специальных ЭТУ.

Для исследования электромагнитных и тепловых полей необходимо применение специализированных математических пакетов, основанных на методе конечных элементов. Очень широко в образовательных целях на кафедре используется отечественный конечноэлементный пакет Elcut, разработанный ООО ТОР (г. Санкт-Петербург).

Elcut позволяет решать следующие типы задач (определять следующие типы полей):

1. Магнитостатика (в этой задаче рассчитывается магнитное поле постоянных магнитов, а также проводников с постоянным током в среде с заданными магнитными свойствами);
2. Электростатика (в этой задаче рассчитывается электрическое поле зарядов, заданных значений потенциала в среде с заданными электрическими свойствами);
3. Растекание токов (в этой задаче рассчитывается распределение электрического потенциала и тока в системах проводников);
4. Магнитное поле переменных токов (расчёт электрического и магнитного поля, возбуждённого приложенными переменными синусоидальными токами или внешним магнитным переменным полем);
5. Температурное поле (расчёт температурного поля в среде с заданной теплопроводностью и граничными условиями первого-четвёртого рода в статике);
6. Нестационарная теплопередача (расчёт динамики тепловых процессов);
7. Задачи теории упругости.

Программа Elcut позволяет также производить связанные расчёты, т.е. вычисленные параметры в одной задаче передать в другую задачу в качестве исходных данных.

Расчёты производятся в двумерной плоской или осесимметричной постановке задач. В плоской постановке задачи геометрическая модель представляет собой сечение бесконечно протяжённой в плоскость чертежа системы, в осе-

симметричной – половину осевого сечения тела вращения. При этом ось симметрии располагается на линии с координатами $r = 0$.

При использовании Elcut производится работа с разными типами документов: задачи, геометрические модели, библиотеки свойств материалов и др. Каждый документ открывается в своем окне внутри главного окна Elcut.

Одновременно можно открыть любое количество любых окон. Переходя из окна в окно, производим переключение с одного документа на другой. Только одно окно в каждый момент времени является активным. Можно изменять содержание активного документа, используя позиции меню, расположенного в меню главного окна Elcut. Содержание меню различно для документов различных типов.

Последовательность выполнения расчётов в общем виде выглядит следующим образом:

1. создание файлов задачи, свойств и геометрии с помощью мастера;
2. создание модели;
3. создание меток блоков, рёбер и вершин геометрической модели;
4. построение конечно-элементной сетки;
5. решение задачи и анализ результатов решения.

Результаты расчета представляются в достаточно понятной и полной форме для определенного типа задач. На рис. 1 представлен результат одного из расчета электромагнитного поля в индукционной тигельной печи с проводящим тиглем.

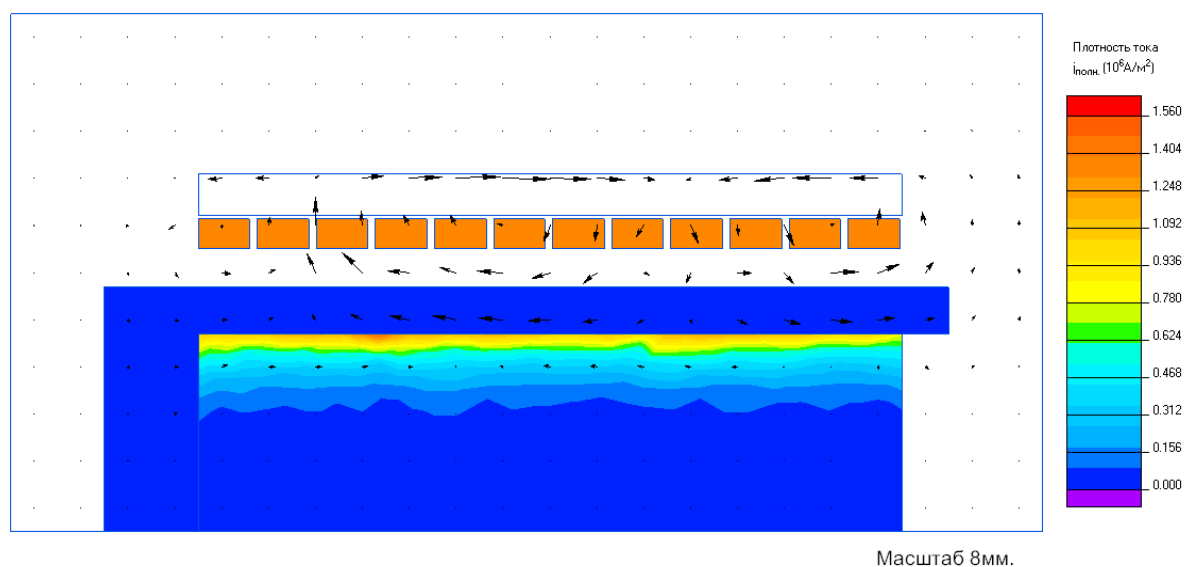


Рис. 1. Картина поля в пакете Elcut

Очень важной задачей на сегодняшний день является проблема расчета поля скоростей в расплавах металла в области действия электромагнитных полей. Такие расчеты позволяет проводить более совершенный пакет COMSOL Multiphysics Femlab. В настоящее время сотрудниками и аспирантами кафедры ведутся работы по освоению этого пакета с целью его дальнейшего внедрения в

программу обучения. Программа COMSOL Multiphysics Femlab основана на системе дифференциальных уравнений в частных производных. Существует три математических способа задания таких систем:

- Коэффициентная форма, предназначенная для линейных и близких к линейным моделей.
- Генеральная форма, для нелинейных моделей.
- Слабая форма (Weak form), для моделей с PDE (partial differential equation – дифференциальное уравнение в частных производных) на границах, ребрах или для моделей, использующих условия со смешанными и производными по времени.
- Используя эти способы, можно изменять типы анализа, включая:
 - Стационарный и переходный анализ.
 - Линейный и нелинейный анализ.
 - Модальный анализ и анализ собственных частот.

Для решения PDE, COMSOL Multiphysics использует метод конечных элементов (FEM). Программное обеспечение запускает конечноэлементный анализ вместе с сеткой, учитывающей геометрическую конфигурацию тел, и контролем ошибок с использованием разнообразных численных решателей. Так как многие физические законы выражаются в форме PDE, становится возможным моделировать широкий спектр научных и инженерных явлений из многих областей физики, таких как: акустика, химические реакции, диффузия, электромагнетизм, гидродинамика, фильтрация, тепломассоперенос, оптика, квантовая механика, полупроводниковые устройства, сопломат и многих других.

Кроме выше перечисленного программа позволяет с помощью переменных связи соединять модели в разных геометриях и связывать между собой модели разных размерностей.

Для создания и расчета задачи рекомендуется следующая последовательность действий.

1. Выбираем размерность модели, определяем физический раздел в Навигаторе моделей (каждому разделу соответствует определенное дифференциальное уравнение) и определяем стационарный или нестационарный анализ температурного поля.
2. Определяем рабочую область и задаем геометрию.
3. Задаём исходные данные, зависимости переменных от координат и времени.
4. Указываем теплофизические свойства и начальные условия.
5. Указываем граничные условия.
6. Задаём параметры и строим сетку.
7. Определяем параметры решающего устройства и запускаем расчет.
8. Настраиваем режим отображения.
9. Получаем результаты.

На рис. 2 представлены результаты расчетов в пакете Femlab той же задачи, которая была решена в пакете Elcut. Как видно, результаты расчета магнитного поля практически совпадают, но при использовании второго пакета открывается возможность исследовать и рационально формировать поле скоростей в загрузке плавильной печи. Следует также отметить широкие возможности пакетов по визуализации результатов исследования, что облегчает понимание студентами сложных физических процессов, происходящих в современных электротехнологических установках.

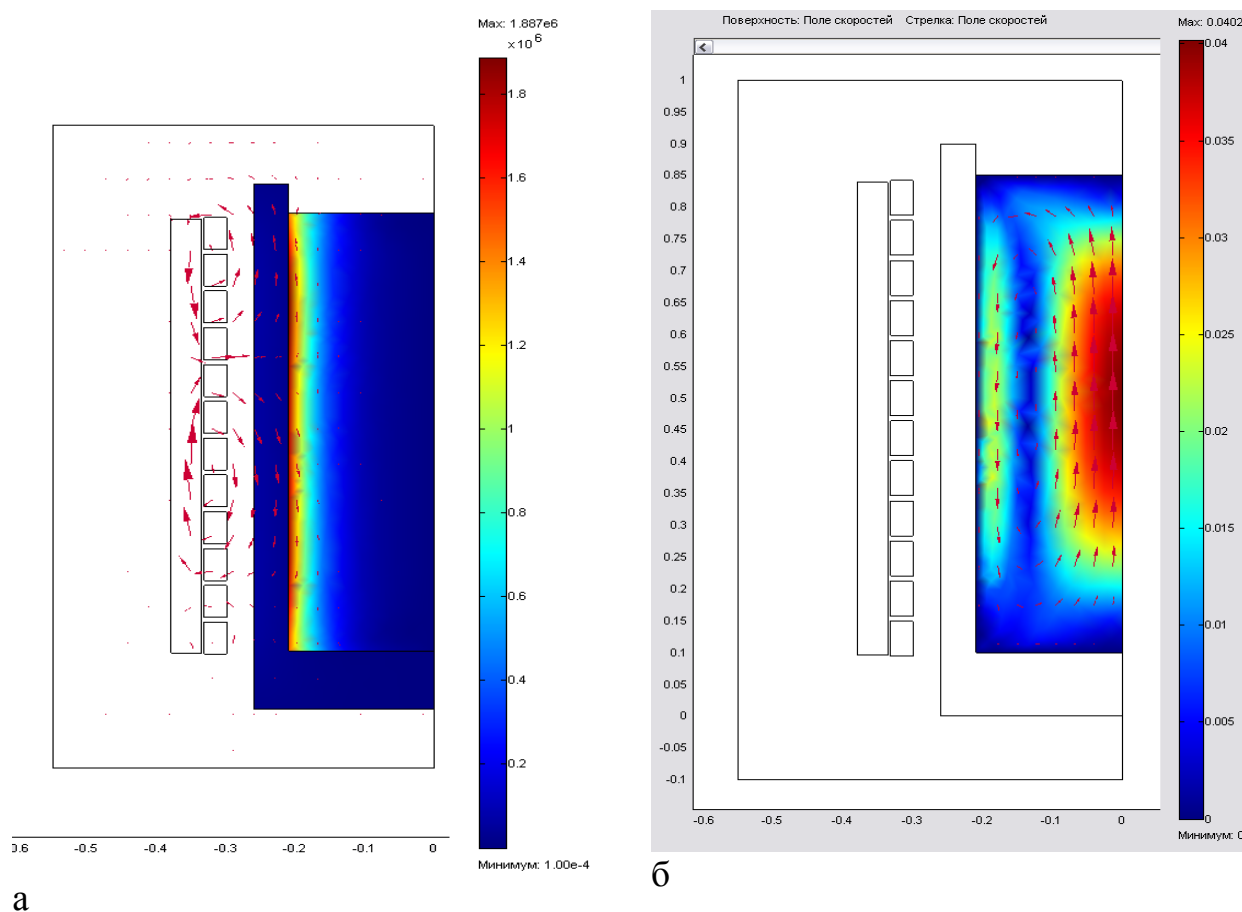


Рис. 2. Результаты расчета в пакете Femlab. а - электромагнитный расчет, б - расчет поля скоростей

1. Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф., Петров И.С., Карась С.В // Проблемы и достижения в промышленной энергетике: Сб. докладов VII н. практ. конф. в рамках выставки «Энергетика и электротехника. Светотехника» - Екатеринбург: Уральские выставки, 2007. с, 154-157.
2. Электротехнологическая виртуальная лаборатория: Учебное пособие / Ф.Н. Сарапулов, Д.Н. Томашевский и др. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГ-ТУ-УПИ, 2003. 233с.